รหัส.....

ชื่อ.....

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING

Midterm Examination Paper: Semester 2 — Academic year : 2007

Date : December 27, 2007 — Time : 9.00 – 11.00

Subject : 230-323 Unit Operations I — Room : R200

คำสั่ง

1. ทำทุกข้อ ลงในข้อสอบนี้
2. ให้ทำลงในที่ที่จัดไว้ให้ หากไม่พอ อนุญาตให้ทำด้านหลังได้
3. ใช้ดินสอทำได้ แต่ต้องมีความเข้มไม่ต่ำกว่า 2B
4. อนุญาตให้นำเอกสารและหนังสือเข้าห้องได้
5. ห้ามยืมเอกสาร เครื่องคิดเลข ระหว่างการสอบ
6. สามารถสร้างสมมุติฐานการคำนวณได้ แต่ต้องมีเหตุผลที่ดีในการสนับสนุนการสร้างสมมุติฐานนั้น
7. คำตอบที่ได้ต้องแสดงหน่วยของคำตอบด้วย

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	20	
2	20	
3	15	
4	20	
5	20	
6	20	
รวม	**115**	

ผศ.ดร.จุไรวัลย์ รัตนะพิสิฐ
ผู้ออกข้อสอบ

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำคือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

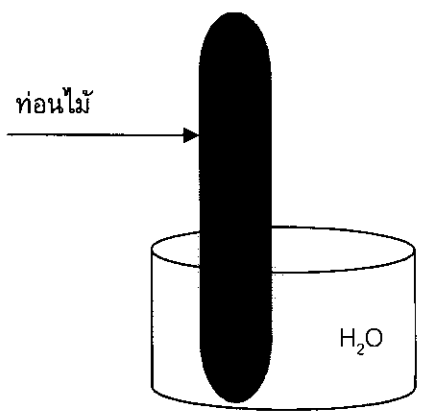
1. $R = 8.314 \frac{m^3 Pa}{mol \cdot K} = 0.008314 \frac{m^3 kPa}{mol \cdot K}$
2. $1\ atm = 101.3X10^3\ Pa$

ข้อสอบมีทั้งหมด 6 ข้อ 9 หน้า โปรดตรวจความเรียบร้อยก่อนลงมือทำ

รหัส..... .....

ข้อ 1 (20 คะแนน) ท่อนไม้ถูกนำไปแช่น้ำในถังที่มีความสูง 40 เซนติเมตร (บรรจุน้ำเต็ม) ดังรูปข้างล่าง พื้นที่ที่สัมผัสกับอากาศประกอบด้วยพื้นที่ 2 ส่วน คือ 1. พื้นที่ของฟิล์มนิ่งที่คลุมผิวน้ำอิสระ และ 2. พื้นที่ผิวของไม้เหนือผิวน้ำอิสระ (และไม้ชุ่มไปด้วยน้ำ) หากถังถูกวางไว้ในห้องทดลองที่อุณหภูมิห้อง 298 K ความดัน 101.3 kPa เป็นเวลา 24 ชั่วโมง กำหนดให้

1. พื้นที่ฟิล์มนิ่งที่คลุมผิวน้ำอิสระในถังเป็น 0.01 ตารางเมตร และความสูงของฟิล์มนิ่งจากผิวน้ำ 0.005 เมตร รวมทั้งการแพร่เกิดจากน้ำเท่านั้น
2. พื้นที่ผิวของท่อนไม้ที่สัมผัสกับอากาศ (และชุ่มด้วยน้ำตลอดเวลา) เป็น 0.5 ตารางเมตร และให้มีค่าคงที่
3. น้ำระเหยออกจากผิวไม้ที่อิ่มตัวด้วยน้ำ เข้าสู่อากาศ: ค่า $k_G = 5X10^{-6}$ moles H_2O/ (m^2.s.kPa)
4. ณ สภาวะของห้องทดลอง
   4.1 ความดันส่วนของไอน้ำในกระแสอากาศ 0.1 kPa
   4.2 ความดันไอของน้ำ ณ อุณหภูมิห้อง 1 kPa

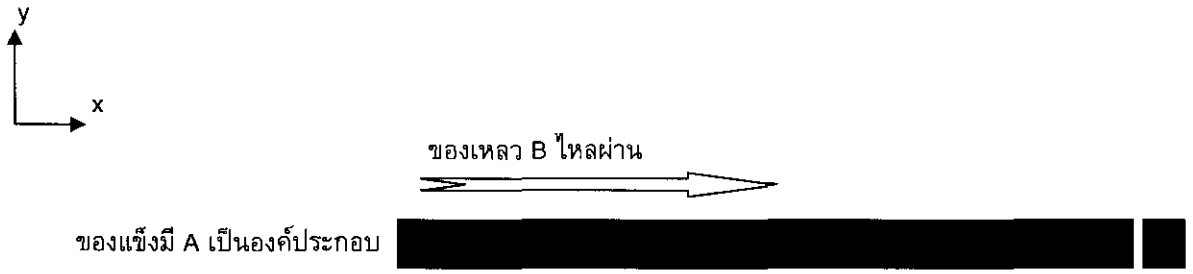


จงหาน้ำหนักของน้ำในถังที่ระเหยออก (กิโลกรัมน้ำ) เมื่อระบบอยู่ที่สภาวะคงตัว

รหัส.....

ข้อ 2 (20 คะแนน) ของเหลว (B) ไหลผ่านผิวหน้าด้านบนของแข็งแผ่นเรียบอย่างช้า ๆ ซึ่งของแข็งมีองค์ประกอบ A ที่สามารถละลายในของเหลวได้บ้าง ทำให้เกิดการแพร่ของ A จากของแข็งเข้าสู่ของเหลว ดังรูปข้างล่างนี้ ถ้าของเหลวมีความเร็วในทิศทางขนานกับผิวหน้าของของแข็งเท่านั้น และสมการความเร็ว (v) ของเหลวขึ้นกับระยะของของเหลวเทียบกับผิวหน้าของแข็ง (y) ดังนี้ $v = ay$ โดย a เป็นค่าคงที่

จงแสดงสมการดิฟเฟอเรนเชียลของการถ่ายโอนมวลขององค์ประกอบ A ในเทอมอนุพันธ์ของความเข้มข้นองค์ประกอบ A (หรือ c_A) ที่สถานะคงตัว (steady state) ระบบไม่มีปฏิกิริยาเคมี และการถ่ายโอนมวลเกิดใน 2 ทิศทาง (x และ y) พร้อมแสดงสมมุติฐานทุกข้อที่ใช้ (ไม่ต้องแก้สมการเพื่อหาคำตอบ)



รหัส..... .....

ข้อ 3 (15 คะแนน) แก๊สผสมระหว่างไนโตรเจน (A) และออกซิเจน (B) แพร่แบบนัทสันเข้าสู่ของแข็งพรุน (พอร์ซเลน) อุณหภูมิและความดันของระบบ 290 K และ 1 atm ถ้าพอร์ซเลนมีเส้นผ่านศูนย์กลางรูพรุนเฉลี่ยเป็น $4X10^{-8}$ m .และโมลแฟรคชันของไนโตรเจนที่แต่ละด้านของพอร์ซเลนเป็น 0.79 และ 0.15 แล้ว ท่านคิดว่าพอร์ซเลนที่ใช้ต้องมีความ หนาเท่าใดจึงจะทำให้ฟลักซ์การถ่ายโอนมวลของไนโตรเจนเป็น $2.5X10^{-3}$ $mol/m^2.s$

กำหนดให้ 1. อัตราส่วนระหว่างความสามารถการแพร่จริงเทียบกับความสามารถการแพร่ประสิทธิผล = $\frac{D_{true}}{D_{eff}} = 15$

รหัส..... .....

ข้อ 4 (20 คะแนน) บริษัท 5M ทดลองผลิตเจลหอมปรับอากาศ โดยใช้เจลาตินผสมกับหัวน้ำหอม A ถ้าที่สภาวะเริ่มต้นเจลาตินมีความเข้มข้นเฉลี่ยของ A เป็น 10 g/cm^3 แล้วถูกขึ้นรูปเป็นทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 ซนติเมตร สูง 6 เซนติเมตร จากนั้นนำไปทดลองประสิทธิภาพของกลิ่นหอมโดยวางไว้ในห้องขนาดใหญ่ เป็นเวลา 1 วัน จงคำนวณหาความเข้มข้นเฉลี่ยของ A เหลือเป็นเท่าไร

กำหนดให้ 1. ฐานของเจลทรงกระบอกวางไว้บนภาชนะบรรจุทำให้ A ไม่สามารถแพร่ได้ ดังนั้นส่วนที่มีการแพร่คือส่วนหัวทรงกระบอกและบริเวณผิวข้างของทรงกระบอกเท่านั้นที่สัมผัสกับอากาศ

2. ไม่มีความต้านทานการแพร่ของ A ที่บริเวณผิวทรงกระบอกแล้ว

3. ความสามารถการแพร่ของ A = $2.4X10^{-10}$ m^2/s

รหัส..... .....

ข้อ 5 (20 คะแนน) กระบวนการดูดซึม [เฟสแก๊ส (อากาศ) – เฟสของเหลว (สารละลาย)] แยกองค์ประกอบ A ซึ่งสภาวะทำงานของระบบมีดังนี้ อุณหภูมิ 50°C ความดัน 1 atm และความดันส่วนของ A ในบัลค์เฟสแก๊ส 0.20 atm ในขณะที่ความเข้มข้นของ A ในบัลค์สารละลาย 0.20 mol/liter สำหรับความเข้มข้นของ A ณ อินเตอร์เฟเชียล 0.25 mol/liter กำหนดให้ความสัมพันธ์ที่สภาวะสมดุลระหว่างความดันส่วนของ A ในเฟสแก๊ส (atm) กับความเข้มข้นของ A ในเฟสของเหลว (mol/liter) แสดงได้ดังนี้

$$p_A\,(atm) = 0.482\ c_A\,(mol/liter)$$

จงตอบคำถามต่อไปนี้

5.1 การถ่ายโอนของ A เกิดขึ้นจากเฟส _____ ไปยังเฟส _____

5.2 ความต้านทานในเฟสแก๊สมีค่าเป็นร้อยละเท่าใดเมื่อเทียบกับความต้านทานทั้งหมดในระบบ

5.3 อัตราส่วนระหว่างสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลเฉพาะที่ในเฟสของเหลว (k_L) เมื่อเทียบกับสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลเฉพาะที่ในเฟสแก๊ส (k_G) มีค่าเป็นเท่าใด

5.4 การใช้ทฤษฎีสองความต้านทานในการคำนวณกระบวนการดูดซึมนี้ มีความเป็นไปได้ที่ผลการคำนวณอาจเบี่ยงเบนไปจากค่าที่วัดได้จริง จงวิเคราะห์ว่ามีสาเหตุหลักใดที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนนั้น

รหัส..... .....

ข้อ 6 (20 คะแนน) ต้องการแยกแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2 หรือ A) ออกจากกระแสอากาศ โดยใช้น้ำเป็นตัวดูดซับแก๊ส SO_2 ในคอลัมน์ผนังเปียก ระบบดูดซับทำงานที่อุณหภูมิ 320 K ความดัน 2.5 atm คอลัมน์ผนังเปียกเป็นทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เมตร สูง 2 เมตร แก๊สผสมไหลเข้าคอลัมน์ด้านล่างด้วยความเร็ว 0.15 เมตรต่อวินาที ที่จุดเก็บตัวอย่างพบว่าโมลแฟรคชันของ SO_2 ในเฟสแก๊สมีค่าเป็น 0.12 ในขณะที่โมลแฟรคชันของ SO_2 ในเฟสของเหลวมีค่าเป็น $1.5X10^{-4}$ ข้อมูลสมดุลของระบบที่สภาวะทำงานนี้แสดงได้ดังนี้

$$P_A = 609x_A$$

โดยที่ P_A เป็นความดันส่วนของ SO_2 ในหน่วย atm และ x_A เป็นโมลแฟรคชันของ SO_2 ในเฟสของเหลว

กำหนดให้ 1. ความหนืดของอากาศเป็นฟังก์ชันกับอุณหภูมิเท่านั้น

จงคำนวณหา 1. ค่า k_c และ k_G

2. ฟลักซ์การถ่ายโอนมวลของ SO_2